

Научная статья

УДК 631.313

EDN GZSRXV

**Результаты экспериментальных исследований по определению  
влияния догружающе-распределяющего устройства  
дисковой бороны на физико-механические свойства почвы**

**Денис Владимирович Ермаков<sup>1</sup>**, аспирант

**Павел Николаевич Школьников<sup>2</sup>**, доктор технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [denermakov00@gmail.com](mailto:denermakov00@gmail.com), <sup>2</sup> [pavel.shkolnikov@mail.ru](mailto:pavel.shkolnikov@mail.ru)

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования характеристик и свойств почвы при анализе работы догружающе-распределяющего устройства дисковой бороны. Представлены основные параметры, влияющие на взаимодействие дисковой бороны с почвой, а также методы их измерения и анализа. Описаны экспериментальные подходы, которые позволяют получить данные о физико-механических свойствах почвы. Результаты исследований могут быть использованы для улучшения конструкции борон и повышения их производительности.

**Ключевые слова:** дисковая борона, почва, характеристики, догружающе-распределяющее устройство

**Для цитирования:** Ермаков Д. В., Школьников П. Н. Результаты экспериментальных исследований по определению влияния догружающе-распределяющего устройства дисковой бороны на физико-механические свойства почвы // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 декабря 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 154–160.

Original article

**The results of experimental studies to determine  
the effect of the loading and distributing device  
of the disc harrow on the physical and mechanical properties of the soil**

**Denis V. Ermakov<sup>1</sup>**, Postgraduate Student

**Pavel N. Shkolnikov<sup>2</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> [denermakov00@gmail.com](mailto:denermakov00@gmail.com), <sup>2</sup> [pavel.shkolnikov@mail.ru](mailto:pavel.shkolnikov@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the results of a study of soil characteristics and properties when analyzing the operation of a disk harrow loading and distributing device. The main parameters influencing the interaction of the disc harrow with the soil, as well as methods of their measurement and analysis are presented. Experimental approaches that allow obtaining data on the physico-mechanical properties of the soil are described. The research results can be used to improve the design of harrows and increase their productivity.

**Keywords:** disc harrow, soil, characteristics, loading and distributing device

**For citation:** Ermakov D. V., Shkolnikov P. N. The results of experimental studies to determine the effect of the loading and distributing device of the disc harrow on the physical and mechanical properties of the soil. Proceedings from Current issues of energy in the agro-industrial complex: Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 154–160), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

**Введение.** Дисковая борона является одним из ключевых агрегатов в растениеводстве, используемым для обработки почвы перед посевом. Эффективность работы этого устройства во многом зависит от характеристик и свойств почвы [1–7]. В данной статье рассматриваются методы исследования почвы, их значение и влияние на работу бороны, а также аспекты, касающиеся самого процесса дискования.

Почва – сельскохозяйственный материал, который под воздействием внешних условий непрерывно изменяет свои свойства и состояние по всей широте их диапазона [8]. Определение характеристик почвы (плотность, структура (пористость) и влажность), а также систематизация показателей ее физико-механических и технологических свойств предоставляет возможность создавать машины, пригодные для качественной обработки и подготовки почвы перед проведением сельскохозяйственных операций.

Обработка грунта включает в себя ряд технологических процедур, зависящих от применяемых технологий и механизмов. В условиях Амурской области одним из наиболее важных направлений является оптимизация нагрузки на приводные устройства или рабочие элементы сельскохозяйственных машин с учетом выполняемых операций и текущего состояния почвы [9].

Для достижения большего эффекта при эксплуатации машинно-тракторного агрегата (колесного трактора класса 1,4 и дисковой бороны БДТ-3) предлагается его дооборудование устройством, позволяющим регулировать нагрузку на рабочие органы (рис. 1).



**Рисунок 1 – Общий вид машинно-тракторного агрегата с модернизированной дисковой бороной БДТ-3 на обработке почвы**

**Объекты и методы исследований.** Для понимания эффективности обработки почвы машино-тракторным агрегатом в экспериментальных условиях необходимо проведение исследований агрегатного состояния почвы до и после прохождения устройства при различных режимах работы. Существует множество способов и методов исследования почвы. Эти методы могут быть комбинированы для получения более полной картины свойств почвы и их влияния на работу дисковой бороны.

При анализе свойств почвы необходимо знание ее гранулометрического состава, определяемого на основе методики ГОСТ 12536–2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава». Для этого требуется качественное взятие проб с обеспечением герметичности при перевозке до места проведения лабораторных исследований.

Пробы почвы, в нашем случае, были взяты специальным устройством,

позволяющим получить столбик грунта (кern) определенного объема с различной глубины погружения, согласно требований ГОСТ 12071–2014 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов». Сохранение природной влажности достигалось перевозкой в герметичном мешочке.

Результаты анализа взятых проб приведены в таблице 1, где указано процентное содержание в грунте фракций градуируемого размера при разделении почвы лабораторным методом.

**Таблица 1 – Гранулометрический состав почвы**

Остатки, %	Размеры отверстий сит, мм								
	10	10–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	менее 0,05
Частные	1,80	1,16	0,99	1,46	2,98	4,70	11,67	6,18	69,06
Полные	1,80	2,96	3,95	5,41	8,39	13,09	24,76	30,94	100,00
Полные проходы	98,20	97,04	96,05	94,59	91,61	86,91	75,24	69,06	0,00

Согласно полученным данным, можно сделать вывод, что данная проба грунта в соответствии с требованиями ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация» классифицируется как грунт дисперсный – суглинок легкий пылеватый. Полученные отборы проб позволяют получить значения плотности, влажности, числа пластичности и показателя текучести в лабораторных условиях. При этом точность полученных данных обеспечивается путем герметичности упаковки доставляемых проб, а также их правильным забором в стандартизированном объеме с точной глубины. Полученные данные показаны в таблице 2.

Для определения твердости почвы использовали твердомер. Произведенные расчеты плотности почвы на различной глубине даны в таблице 3.

Таким образом, можно заметить, что исследуемое поле проходило поверхностную обработку почвы до 10–15 см, где твердость почвы минимальная (9,8–11,6 Н/см<sup>2</sup>). На глубине 16–20 см твердость почвы возрастает практически в 6 раз по сравнению с верхним слоем.

**Таблица 2 – Результаты исследований**

Номер пробы	Глубина взятия пробы, см	Влажность, %	Влажность на границе раскатывания, %	Число пластичности	Показатель текучести	Разновидность глинистых грунтов
1	0–5	0,18	0,17	0,07	0,14	твердые
2	5–10	0,19	0,18	0,08	0,13	твердые
3	10–15	0,18	0,18	0,07	0,00	твердые
4	15–20	0,19	0,18	0,06	0,17	твердые
5	0–5	0,19	0,19	0,07	0,00	твердые
6	5–10	0,18	0,16	0,06	0,33	твердые
7	10–15	0,17	0,16	0,07	0,14	твердые
8	15–20	0,20	0,18	0,07	0,29	твердые

**Таблица 3 – Среднее значение твердости почвы исследуемого поля**

Номер измерений	Глубина слоя почвы, см	Значение твердости почвы в повторностях, Н/см <sup>2</sup>			Среднее значение, Н/см <sup>2</sup>
		1	2	3	
1	0–10	9,8	11,6	10,3	10,6
2	11–15	29,4	30,0	31,3	30,2
3	16–20	64,5	69,3	66,5	66,8

*Исследование характеристик и свойств почвы является неотъемлемой частью эффективного использования дисковых борон. Понимание физических, химических и биологических аспектов почвы позволяет оптимизировать ее обработку и повысить урожайность.*

### **Список источников**

1. Поликутина Е. С., Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Школьников П. Н., Ермаков Д. В. Повышение производительности прицепных агрегатов почвообрабатывающих машин // Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3 (51). С. 71–77.

2. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С., Решетник Е. И., Леонов В. В. Исследование по оптимизации глубины обработки почвы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 10 (204).

3. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Бумбар И. В., Поликутина Е. С., Сурин Р. О. Повышение эффективности использования тракторов класса 5 при подготовке почвы под посев // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 6 (106). С. 60–63.

4. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С., Бурмага А. В., Сурин Р. О. Оптимизация процессов предпосевной подготовки почвы в Амурской области // Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4 (52). С. 80–89.

5. Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Марков С. Н., Поликутина Е. С., Епифанцев В. В., Щитова В. А. Особенности эксплуатации энергетических средств в условиях рискованного земледелия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 6 (110). С. 99–103.

6. Щитов С. В., Бумбар И. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С., Сурин Р. О., Щитова В. А. Результаты экспериментальных исследований по определению влияния прокалывателя-щелереза на величину буксования и скорость движения трактора // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 6 (110). С. 110–116.

7. Леонов В. В., Щитов С. В., Евдокимов В. Г., Двойнова Н. Ф. Повышение эффективности применения машинно-тракторных агрегатов при подготовке почвы // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. С. 123–127.

8. Фролов И. Н. Почва и ее свойства : практическое руководство. М. : Экосистема, 2022.

9. Петров М. С. Дисковые бороны: принципы работы и эффективность // Аграрная наука. 2021. № 12 (3). С. 45–52.

### References

1. Polikutina E. S., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Shkolnikov P. N., Ermakov D. V. Performance increase of trailed units of tillage vehicles. *Vestnik Kurganskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2024;3(51):71–77 (in Russ.).

2. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Polikutina E. S., Reshetnik E. I., Leonov V. V. Study on optimization of soil tillage depth. *Politematicheskii setevoi ehlektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;10(204) (in Russ.).

3. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Bumbar I. V., Polikutina E. S., Surin R. O. Increasing efficiency of using class 5 tractors when preparing soil for sowing. *Vestnik Bryanskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2024;6(106):60–63 (in Russ.).

4. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Polikutina E. S., Burmaga A. V., Surin R. O. Optimization of pre-sowing soil preparation processes in the Amur region. *Vestnik Kurganskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2024;4(52):80–89 (in Russ.).

5. Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Markov S. N., Polikutina E. S., Epifantsev V. V., Shchitova V. A. Peculiarities of operation of energy facilities under

conditions of risky agriculture. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;6(110):99–103 (in Russ.).

6. Shchitov S. V., Bumbar I. V., Krivutsa Z. F., Polikutina E. S., Surin R. O., Shchitova V. A. Results of experimental studies to determine the impact of a piercer-slitter on the value of slipping and tractor speed. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;6(110):110–116 (in Russ.).

7. Leonov V. V., Shchitov S. V., Evdokimov V. G., Dvoynova N. F. Improving the efficiency of the use of machine-tractor units in soil preparation. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 123–127), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

8. Frolov I. N. *Soil and its properties: a practical guide*, Moscow, Ekosistema, 2022 (in Russ.).

9. Petrov M. S. Disc harrows: principles of operation and efficiency. *Agrarnaya nauka*, 2021;12(3):45–52 (in Russ.).

© Ермаков Д. В., Школьников П. Н., 2025

Статья поступила в редакцию 05.12.2024; одобрена после рецензирования 16.12.2024; принята к публикации 04.02.2025.

The article was submitted 05.12.2024; approved after reviewing 16.12.2024; accepted for publication 04.02.2025.